

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

地球電磁気による北陸・中部地域の過去の自然災害の研究

研究代表者 酒井英男¹⁾

研究分担者 卜部厚志²⁾, 泉吉紀¹⁾, 菅頭明日香³⁾, 中埜貴元⁴⁾, 上石勲⁵⁾, 加藤学⁶⁾

1) 富山大学, 2) 新潟大学, 3) 青山学院大学, 4) 国土地理院,
5) 雪氷防災研究センター, 6) 新潟県埋蔵文化財調査事業団

研究要旨

北陸地域で起きた自然災害について,岩石磁気と電磁気探査を主な手法として研究した.地震・津波の研究では,新潟県の遺跡の液状化跡と佐渡市等で認められた津波堆積物の,年代,形成状況等を研究した.また噴砂が見つかった新潟県の遺跡の分布について,GIS解析を行い,液状化し易い地形等の条件を調べ,同方法の有用性を確認した.火山災害に関する研究では,(融雪泥流も関連する)火砕流堆積物の探査と年代等の調査を行った.ここでは,佐渡の津波堆積物等の,津波堆積物の磁化研究の結果を報告する.

1. はじめに

地震時の津波により陸地に運ばれる津波堆積層の磁化は,堆積時の地磁気を記録しており,年代推定等に利用できる可能性がある.新潟県佐渡市と福島県南相馬市の津波堆積物について,磁化による年代や堆積環境の研究を行った.

日本海側では,1964年新潟地震,1983年日本海中部地震や1993北海道南西沖地震などの津波被害が発生しているが,歴史地震での津波の記録は太平洋沿岸に比べて少ない.伝承記録を除くと津波の高さや分布が検討できるのは,1833年庄内沖地震で発生した津波被害の記録のみとされる(矢田,2012).

2. 新潟県佐渡市の津波堆積物の研究

佐渡市の春日崎と大野亀の沿岸部で見つかった(図4),同じ津波による形成と考えられる津波堆積物(川上他,2014,卜部,2014)の磁化を研究した.

春日崎の露頭では,サイト1:津波堆積物②の層,サイト2:津波堆積物③の層,サイト3:津波堆積物①と②の間の堆積層,サイト4:津波堆積物②と③の堆積層を採取した.また,大野亀の露頭では,サイト5:津波堆積物①と②の間の堆積層,サイト6:津波堆積物②と③の堆積層を採取した.大野亀の津波堆積物の層は礫が多く,磁化方向の研究の為の定方位での試料採取はできなかった.

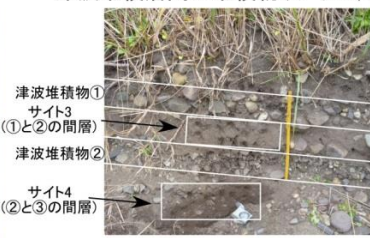
◎春日崎の津波堆積物試料採取地点



津波堆積物(サイト1,2)



津波堆積層間の堆積物(サイト3,4)



津波堆積層間の堆積物(サイト5,6)

◎大野亀の試料採取地点



図1.佐渡市の春日崎・大野亀の津波堆積物の露頭と試料採取地点

<磁化測定の結果>

全試料について自然残留磁化(NRM)を測定後、段階交流消磁(～60mT)を行い、消磁後の各サイトの磁化方向をシュミットネットに投影した(図 2)。川上他(2014)による、春日崎・大野亀の津波堆積層の間の対応に基づき、各サイトの磁化方向を同じシュミットネット図に示している。

図 2 左の津波堆積物(①,②)の磁化方向は、ばらついているが、中図と右図に示す、津波堆積物の間の堆積層の磁化方向は比較的まとまった。

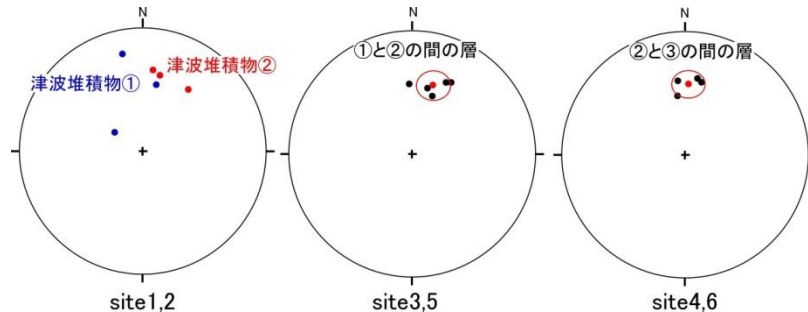


図 2. 消磁後の磁化方向をシュミットネットに投影

津波堆積物の磁化方向が集中しなかったのは、礫が多く試料採取が困難であり、採取時に動いた可能性も原因の一つと考えられる。

春日崎・大野亀の津波堆積物間の堆積層の磁化は、ほぼ同方向を示し、両地域の津波堆積物は、同じ津波で形成されたと考えられ、この結果は、川上他(2014)の研究を支持している。磁化方向は、北陸地域の地磁気変化より伏角が浅かったが、堆積層は磁化獲得(津波堆積)後に移動か変形した可能性がある。

春日崎の露頭では、かまんど遺跡の遺構が見つかっており、その層位は、春日崎の津波堆積物(①,②)間の層に対応する。遺構では炭化材の C14 年代が 1100 年頃と求まっていることから、津波堆積物は、異本塔寺長帳に記載の、1092 年(寛治 6 年)の柏崎-岩船沿岸で発生した津波や、1099 年(康和元年)の越後・越中・加賀等の地震で発生した津波による可能性がある。今後、更に試料を採取して地磁気年代や変形を検討する必要がある。

3. 東北地方太平洋沖地震の際の津波堆積物の研究

平成 23 年 3 月 11 日の地震で、福島県南相馬市小高地区に到達した津波堆積物について、新潟大学・高清水先生が帯磁率異方性を研究しておられ、同試料の残留磁化を清水先生と共同で研究した。試料は、津波堆積層の露頭で、7cc ケースを差し込んで 10 個が採取されている。

(1)残留磁化の研究では、各試料について交流消磁(～20mT)を行って信頼できる磁化方向を求めた。図 3 左に示すように、消磁後の磁化方向は比較的、集中し、平均の方向は、偏角 -1.2° 、伏角 24.9° となった。これは、現地での現在の地磁気と比べると、偏角は約 6° 東偏し、伏角は約 25° 浅くなっている。

(2)図 2 中図には、帯磁率異方性の研究結果(高清水研 4 年・西脇氏による)をシュミットネットに示している。最小軸は中心から少しずれてまとめ、円周に最大軸が並んだ。右図のフィンガーグラムでは層状異方性が確認できる。シュミットネットの最大軸から、津波の到来方向は北北西-南南東と推測され、更に、異方性最大軸が南南東方向に傾いていることから、津波が引く時の堆積の可能性がある(西脇氏)。ただ、磁化方向は、左図の様に地磁気より伏角が浅いので、同堆積物は形成後に南傾斜した可能性もある。つまり、磁気異方性の最小軸の水平面からのずれは、津波堆積物形成後の変形(地殻変動)によるとも考えられるので、更に検討が必要である。

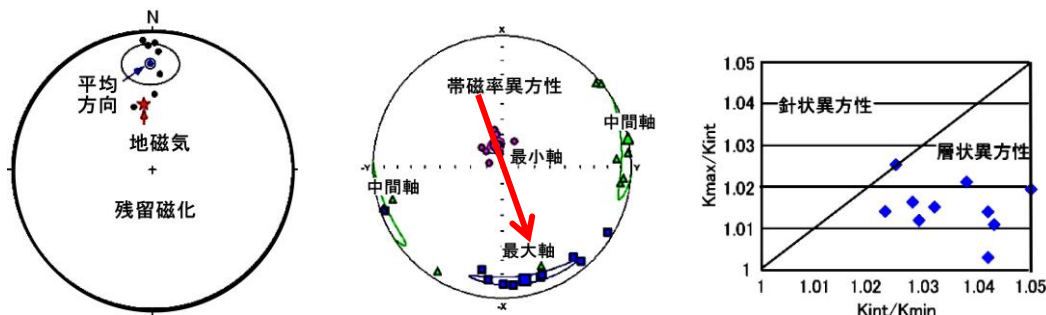


図 3. 左:磁化方向のシュミットネット投影, 中:帯磁率異方性の方向, 右:フィンガーグラム

4. 津波堆積層の再現実験

図4の様にスタイロフォームで流路装置を作成して水で運ばれる堆積層を作り,その磁化を研究した.装置全体は、ビニールで覆い,また波発生の為に,台の幅に収まる板を用意して,下流部は約10度の角度をつけた.

実験は,人工磁化試料(水,石膏,海砂を混合)を作って装置に流し込んで行った.そして,3-4回可動部を押し出して波を発生させ,波が落ちていて試料がある程度固まってから,可動域を除く範囲において,10cm毎に1列3個のキューブを挿入した.その後,試料が完全に固化してからキューブを取り出して,残留磁化と帯磁率異方性を測定した.



図4. 流路実験の装置

<磁化測定の結果>

- (1)図8に,残留磁化の方向をシュミットネット(Nは磁北)に示している.磁化方向は,ばらつき,地磁気方向の磁化は得られなかった.これは,使用した海砂は粒径が大きく,水で流れ堆積する過程で,磁化を地磁気方向に向けられなかった為と考えられる.予察的に,粒径の小さいマグネチットを磁性粒子として用いた実験では,磁化方向は北を向いてまとまる結果を得ている.今後,粒径の異なる砂を用いる実験を行って,水で流れて堆積する過程での残留磁化が獲得される条件を更に研究する予定でいる.
- (2)帯磁率異方性の測定結果を,図9に表している.左図のシュミットネット(北は上流側)では,異方性最小軸はシュミットネットの中心にまとまり,最大軸は北と南の円周上に集まった.これは,磁性粒子が水平面に堆積し,また流れ方向に配向したことを示している.右図のフリンダイアグラムでも層状での堆積が確認できる.

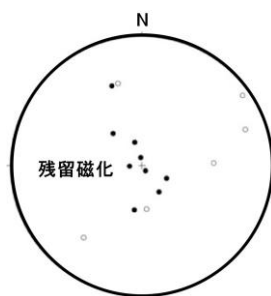


図8.磁化方向

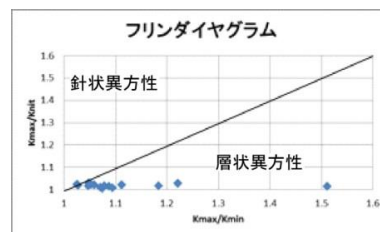
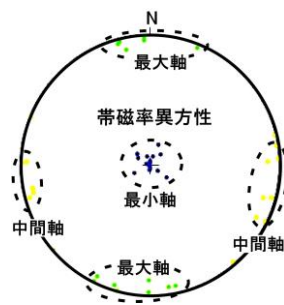


図9. 帯磁率異方性:左は方向,右は形状を示すフリンダイアグラム

以上の様に,水流で運ばれる堆積物を作成して,残留磁化と帯磁率異方性を測定した結果,磁性粒子の粒径に依存するが,これらのパラメータは堆積時の状況を記録することが確認できた.その結果は,津波堆積物や洪水堆積物の研究においても有効であり,実験の発展により,津波の到来方向の研究にも利用できると考えられる.

地球電磁気学の手法を用いる火山や地震津波の災害の研究を,有効な調査法への改良も行いながら更に薦める予定でいる.

5. 研究発表

研究結果は,学会での口頭発表と論文により公表する予定である.